

Zeitschrift

des

österreichischen Ingenieur-Vereines.

IV. Jahrgang.

Von dieser Zeitschrift erscheinen jährlich 24 Nummern in 30 bis 36 Bogen und 10—15 Blättern Zeichnungen. — Bestellungen nehmen alle Buchhandlungen des In- und Auslandes an. Der halbe Jahrgang kostet 3 fl. G. M., der ganze Jahrgang 6 fl., mit Postversendung 6 fl. 30 fr. G. M.

Ankündigungen, welche dem Zwecke der Zeitschrift entsprechen, werden aufgenommen und portofrei erbeten. Einrückungsgebühr für die gedruckte Petitzeile für einmal 4 kr., für zweimal 6 kr., für dreimal 8 kr. G. M.
Adresse:
Tuchlauben Nr. 562.

N^o 8.

Wien, im April.

1852.

Inhalt: Bemerkungen über die Bedingungen des Gleichgewichtes der Erdmassen (Fortsetzung). — Ueber Eisenbahnwagenachsen von W. Engerth.

Bemerkungen über die Bedingungen des Gleichgewichtes der Erdmassen und über die Bekleidung der Böschungen.

(Fortsetzung von Nr. 7.)

(Mit den Fig. 6, 9, 10 auf Bl. 4, und Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 auf Bl. 5.)

An der Central-Eisenbahn hatten wir nirgends Gelegenheit das besprochene System bei, in eigentlich sogenanntem Thonboden eröffneten, Einschnitten anzuwenden; aber wir befolgten eine ähnliche Anordnung bei einem fast der ganzen Höhe nach in sehr feinem und sehr thonhaltigem Sande eröffneten Einschnitte. Das Wasser sickerte beständig vom Fuße an fast auf der ganzen Höhe der Böschungsfläche heraus, und bewirkte unaufhörlich bedeutende Zerstörungen an der Oberfläche, besonders nach Frösten, und wir konnten vollkommen dadurch abhelfen, daß wir nach Fig. 8 Bl. 4 über der ganzen erweichten Oberfläche eine 0.15 M. dicke Lage von Flußsteinen und darauf eine Rasenverkleidung anbrachten. Das durch diese Art Seihers aufgesammelte Wasser senkte sich bis zum Fuße der Böschung, und floss dann durch die Zwischenräume der Bruchsteine, welche den unteren Theil der Bekleidung bildeten, aus.

(47.) Beispiel einer befestigten Böschung. — Um sämtliche zur Befestigung einer Böschung gehörende Arbeiten zu veranschaulichen, haben wir versucht in den Figuren 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 Bl. 5 ein Beispiel einer befestigten Böschung zu geben, welches die Mehrzahl der möglicher Weise vorkommenden Fälle umfaßt.

Der in dem oberen Theile aus Sand bestehende Boden wird sehr leicht gelockert und durch Regenwasser abgeschwemmt, es wurden daher beiläufig von 3 zu 3 Meter der Höhe nach Vermen angelegt, übereinstimmend mit Nr. 57 bis 60 des ersten Abschnittes. Diese gegen die Böschung geneigten Vermen sind nach der Längenrichtung mit einem Gefälle von 0.03 M. pr. Meter gegen eine gemauerte in einer Eintiefung des natürlichen Terrains errichtete Mulde EF, Fig. 6, geleitet.

Vor Beginn der Befestigungsarbeiten hatte in dem Theile abc, Fig. 4, 5, 6, dieser Böschung, obwohl sie noch nicht bis auf die Sohle vollendet, sondern 1.50 im Thone abgeteufst war, eine Abrutschung statt gefunden; das abgeseffene und aufgelockerte Material wurde vollständig beseitigt und der Einschnitt nach dem ganzen Umfange der Abrutschung erweitert, indem man eine solche polygonale Begrenzung um dieselbe einlegte, die eine möglichst geringe Erdmasse vom festen Boden fortzuschaffen erforderte. Die benachbarten Theile der Abrutschung konnten im Voraus gegen jeden Unfall geschützt werden, weil man sie in dem Maße, als die Eröffnung der Böschung vorschritt, so gleich versicherte.

In dem Theile def, Fig. 4, 5, 6 und 10, unmittelbar über dem Thonlager, war der Boden derart aus Sand und thonigem Mergel gemischt, daß die Errichtung eines allgemeinen Seihers, wie in Nr. 46,

nöthig war, um alles Wasser zu sammeln; da sich aber in diesem Theile einige bedeutende Durchnässungen zeigten, so mußten auch einige örtliche Steingerinne, Fig. 10, angelegt werden, um Unfällen bei der Ausführung des allgemeinen Seihers vorzubeugen.

Die Cotirungen des Grundrisses in Fig. 6 zeigen die Höhen über der Meeresfläche an, jene mit dem Zeichen o beziehen sich auf die Sohle der Steingerinne, die übrigen auf die Böschungen und die Vermen; sie zeigen genau, wie das Wasser sowohl außerhalb als innerhalb abfließt. Die Zahlen und Linien des Aufrisses Fig. 5 geben gleichfalls sehr deutlich den Lauf der inneren Wässer an. Man sieht, daß die vorfindigen Unebenheiten der Seiherschichten nicht erlaubt haben, den in Nr. 27 beschriebenen Vorgang zu befolgen, und die Mulden in den Böschungen, zur Aufnahme und zur Ableitung des Regenwassers bestimmt, zugleich zum Einmünden der inneren Steingerinne zu benützen; nur von einem Steingerinne konnte ein Theil zur Mulde geführt werden, um sein Wasser in dieselbe abzugeben.

(48.) Kosten der Befestigungsarbeiten. — Eine sehr wichtige Frage bleibt uns noch zu erörtern, nämlich jene der Kosten der Befestigungsarbeiten. Für die Wiederherstellung einer schon vorgefallenen Abrutschung sind die immer bedeutenden Kosten nach der, vor der Herauschaftung der abgerutschten Erde nie vollkommen zu erkennenden, Größe und Gestalt derselben veränderlich, und es ist sehr schwer, sie in Vorhinein auf eine genügend annähernde Art zu schätzen.

Wenn dagegen die Versicherungsarbeiten als Vorbeugungsmittel angewendet werden, wie es immer Statt haben sollte, sind die Kosten in Vorhinein und auf eine annähernde Art leicht zu berechnen; denn der wichtigste Theil derselben folgt aus der Herstellung eines Ueberzuges von guter aus bekannter Entfernung herbeizuführender Erde und von bestimmter Dicke, oder von Bruchsteinen, deren Preis ebenfalls bekannt sein wird.

(49.) Bei den von uns ausgeführten Befestigungsarbeiten wurde solche taugliche Erde fast immer in den oberen Böschungsschichten, also in der Nähe vorgefunden, und der Preis für einen Quadratmeter (oder Quad. R.) Bekleidung, von 0.30 M. (0.158 österr. Klftr.) verglichener Dicke, überstieg die in nachfolgender Berechnung erscheinende Ziffer sehr selten, ja hielt sich beinahe immer unter derselben.

Ausgrabung für die Anlage der Bekleidung, Transport der Erde auf Lagerplätze, Herstellung der stufenförmigen Oberfläche, 0.30 Kubikm. à 1.91 Fr. 0.57 Fr. 5.10 fl. 0.43 fl.	K.	Q. *)
Zufuhr, Vertheilung und Stampfen der guten Erde in drei dünnen Lagen, 0.30 Kubikm. à 2.03 Fr. 0.61 „ 5.42 „ 0.47 „		
Regulirung und Bepflanzung der Böschung . . . 0.10 „ — 0.08 „		
Zusammen . 1.28 Fr. — 0.98 fl.		

*) Die Zahlen unter K geben den entsprechenden Preis für eine Kub. Klftr. und, wenn ein □ darauf folgt, den für eine Quad. Klftr., jene unter Q endlich die Kosten der zugehörig vorgenannten Arbeiten, stets in Gulden Conv. M. an. D. Red.

(50.) Die Kosten für die Herstellung der Steingerinne sind gewöhnlich weit geringer, als die der Verkleidung, jedoch nach Beschaffenheit der Böschung sehr veränderlich. Am geringsten sind sie bei einem genau begrenzten Thonlager, mit einer darüber befindlichen Schichte durchlässiger Erde; denn alsdann ist in der ganzen Höhe der Böschung nur ein Steingerinne nach der Länge herzustellen. Viel höher werden sich dieselben belaufen, wenn thonige und durchlässige Schichten übereinander wechseln.

Nachstehendes enthält den mittleren Preis für einen Kur. M. (oder Kur. R.) Steingerinne, wie sich derselbe bei unsern Arbeiten an der Eisenbahn von Straßburg ergab, und wir halten diesen Preis, der im Verhältnisse des Werthes der Ziegel, der Steine und des Rasens sich ändern kann, für gewöhnliche Fälle mehr als hinreichend.

Aufgrabung und Transport der Erde auf Lagerplätze,	K.	Q.
0.25 K. M. à 1.91 Fr.	0.48 Fr.	5.10 fl.
Kosten für die Bearbeitung der Sohle und Seitenwände des Grabens	0.06 „	— 0.05 „
Mörtel, Ziegel und Arbeitslohn für das Grundbette 1.20 „	—	0.91 „
Beistellung und Einlage von 0.10 K. M. Kieselsteine à 6.20 Fr.	0.62 „	16.56 „
Eindeckung mit Rasen, 0.35 Quad. M. von 0.10 M. Dicke, à 1.60 Fr.	0.56 „	2.27 „
Summe	2.92 Fr.	— 2.22 fl.

(51.) In dem Einschnitte von Gagny entfiel auf 6 Quadratmeter der Böschung im Mittel 1 laufender Meter Steingerinne. Nach diesem Ergebnisse, welches selten überschritten werden wird, ergibt sich mit Hilfe vorstehender Berechnungen der Preis für 1 Quadratmeter vorbeugungsweise versicherter Böschung zu 1.77 Fr. (2.51 Gulden die Quad. Rstr.) *).

Diese Ziffer gibt zugleich den Maßstab zur Beurtheilung jener namhaften Ersparniß, die aus der rechtzeitigen Anwendung dieser kleinen Mittel folgt, im Gegenhalte der Steinverkleidungen von großer Dicke, der Stützmauern, der Strebpfeiler zc. als jener großen Mittel, die stets schwer zur Anwendung kommen können, bevor die zu haltenden Erdmassen nicht schon im Begriffe der Bewegung sind.

Die Versicherungsanlagen verlieren viel von ihren Vortheilen, wenn sie nicht in gleichem Schritte mit der Abtenung des Einschnittes ausgeführt werden, und die Thonlagen Zeit haben, durch die atmosphärischen Einflüsse und durch die Wirkung innerer Wässer zerstört zu werden; denn dann werden sie immer die Hinwegschaffung einer größeren Erdmasse erfordern, die Verkleidungen werden auf größere Flächen ausgedehnt, ihnen selbst zur Ausgleichung der erweiterten Oberfläche an manchen Orten eine größere Dicke gegeben, und die Steingerinne in größerem Umfange hergestellt werden müssen **).

*) In dem Einschnitte von Bourg-la-Reine an der Eisenbahn von Orsay, kamen die von Herrn Couche vorbeugungsweise ausgeführten Versicherungsarbeiten für den Quad. Meter der Böschung auf 2.85 Fr. zu stehen, eine, gegen unsere oben gegebene, ansehnlich höhere Ziffer; die Erhöhung dieses Preises hatten vorzüglich die vielen durchlässigen Mergelschichten, von welchen der Thon unterbrochen war, und ferner die viel kleinern Entfernungen, in welchen die nach der Länge gerichteten Steingerinne gegen jene des Einschnittes von Gagny angelegt werden mußten, zur Ursache. D. Aut.

**) In dem bereits angeführten Einschnitte von Bourg-la-Reine wurden die Versicherungsarbeiten nur allein an zwei Orten nach erfolgten Abrutschungen vorgenommen; an diesen Orten erhöhte sich der Preis für die Versicherungsarbeiten für jeden Quad. Meter im Mittel auf 12.89 Fr., d. i. mehr als das Vierfache des Preises für jene Böschungen, die im Vorhinein ihre Versicherungsanlagen erhielten.

In dem Einschnitte von Haute-Loge, an der Calaf'er Eisenbahn, haben wir durch den Ingenieur Herrn Maniel nach erfolgten Abrutschungen vorge-

Bei starker Neigung des Terrains können Abrutschungen eine Ausdehnung erreichen, bei welcher die Anwendung der großen Mittel kostensparender wird.

(52.) Jedoch selbst, wenn die Versicherungsanlagen nur nach erfolgten Abrutschungen geschehen, werden sie in den meisten Fällen weit weniger kostspielig sein, als Stützmauern.

Als wir dem Baue der Eisenbahn von Straßburg zugetheilt wurden, zeigten die Böschungen in dem Einschnitte von Gagny, dessen größte Tiefe nahe 13 Meter und die mittlere 9 Meter beträgt, zahlreiche Abrutschungen, deren einige, obwohl der Einschnitt bei Weitem noch nicht seine Tiefe hatte, sich 10 bis 14 Meter über die obere Kante der Böschungen hinaus ausdehnten.

Zur Befestigung dieser Böschungen waren von unserem Vorgänger Stützmauern projektirt und auch von der Administration bereits genehmigt, auf unsere Vorstellung und zur Beschleunigung der Arbeiten gestattete jedoch der Oberingenieur, in dem Theile, wo das Wasser sich am reichlichsten zeigte, gleichzeitig die Versicherungsarbeiten nach unserem Verfahren in Anwendung bringen zu dürfen, und sie haben, obwohl sie fast ausschließlich nur als Verbesserungsmittel, also nachträglich angewendet, und obwohl bei der Ausführung dieser Arbeiten Fehler *) begangen wurden, nichts desto weniger sehr bedeutenden Ersparungen Statt gegeben.

Unglücklicher Weise können wir die Kosten für die mittelst Stützmauern gehaltenen Böschungen von den Kosten mittelst der einfachen Versicherungsanlagen gesicherter Böschungen gegenwärtig nicht trennen, weil wir nach einigen erfolgten Einstürzen an den Versicherungen durch Mauern, hinter diesen Mauern unsere Versicherungsarbeiten und Umarbeitungen in Erde in eigener Regie ausgeführt haben, und diese Arbeiten sich in ihren Aufschreibungen mit den auf die einfach versicherten Böschungen Bezüglichen mischen.

Würde man die ganzen Unkosten der Versicherungsarbeiten und der Umarbeitungen in Erde den, mit Stützmauern nicht gehaltenen, Böschungen zurechnen, so würden die Kosten dieser Böschungen bedeutend erhöht, und im Gegentheile die Unkosten für die, mit Mauern gehaltenen, Böschungen zu niedrig geschätzt.

Diese Art des Vorganges, für die einfachen Versicherungsarbeiten sehr ungünstig, ist die einzige, die wir gegenwärtig anwenden könnten, um einen schwachen Begriff der von uns erwirkten Ersparnisse zu geben.

Die Stützmauern nehmen in dem Einschnitte von Gagny eine Länge von 1090.20 Meter ein, und kosteten mit Einbegriff der Grabung, der Maurerarbeit, der Gerüstung und der Nebenauslagen, allein ohne die einfachen Versicherungsarbeiten in Erde zc. 244 663 fl. 93 204

Einfache Versicherungsanlagen sind auf einer Länge von 910.13 Meter angewendet, und kosteten mit Inbegriff der einfachen Versicherungen und Umarbeitungen in Erde hinter den Mauern 90 969 fl. 34 655

Zusammen 335 632 fl. 127 859

genommenen Versicherungsarbeiten nur einen Aufwand von 4.07 Fr. für den Quad. Meter ergeben; allein die mittlere Tiefe des Einschnittes ist, was Rück- sicht verdient, kaum 4 Meter, und sehr wahrscheinlich, wie wir glauben, würde der Preis für diese Arbeiten, in Vorhinein ausgeführt, unter der Ziffer 1.77 Fr. geblieben sein. D. Aut.

*) Die zwei begangenen Fehler sind der eine in der Note zu Nr. 37' der andere in Nr. 46 angezeigt; diese Fehler, die erst nach der Einleitung des Bahnbetriebes verbessert werden mußten, kosteten nicht weniger als 15597.91 Fr. D. Aut.

Hieraus folgt der mittlere Preis für einen Kur. M ² der mit Mauern versicherten Böschung wenigstens	Fr. 224.42	fl. 162.15 *)
und der mittlere Preis für einen Kur. M ² einfach versicherter Böschung höchstens	99.95	72.22
eine Ziffer, welche viel kleiner als die Hälfte der vorhergehenden ist und die Ersparniß für den Kur. M ² zu Gunsten der einfachen Versicherungsanlagen wenigstens **)	124.47	89.93

Daraus läßt sich schließen, daß bei einer Ausführung der Stützmauern für die ganze Länge, wie es die projektirte Versicherung verlangt hatte, eine Mehrausgabe von $910.13 \times 124.47 = 113\,284$ Fr.***) erfolgt wäre, und selbst diese Ziffer muß als eine weit niedrigere angesehen werden in Bezug der Ersparniß, die man durch die Annahme der einfachen Versicherungsmethode für einen Theil des Einschnittes wirklich erlangt hat.

Thatsächlich hat, wir müssen es sagen, die Ausführung der Konsolidierungsarbeiten des Einschnittes nach der Voraussicht des Projektes nur eine Ersparniß von 38 179 Fr. gezeigt.

Allein dies kommt daher, daß man, außer den einfach versicherten oder durch Stützmauern gehaltenen Theilen, Verkleidungen, die nicht vorhergesehen waren, zur Erhaltung von sandigen Böschungen, die sich tief ausfurchten, in Anwendung bringen mußte, und auch daher, daß man bei der Ausführung genöthigt war, das Profil der Mauern zu ändern; und die mit der Anwendung des Vorganges der einfachen Versicherung wirklich erzielte Ersparniß ist größer als 113,657 Fr. †)

Wenn die einfache Versicherung mit der vorschreitenden Vertiefung des Einschnittes gleichmäßig in dem ganzen zur Versicherung bestimmten Theile wäre angewendet worden, und wenn kein Fehler vorgefallen wäre ††), so würde, bei der zur Versicherung bestimmten einfach zu versichernden Fläche von beiläufig 22 000 Quadrat-Meter, wie leicht zu sehen, der Aufwand sich nur auf $22\,000 \times 1.77 = 38\,940$ Fr. erhöht haben, und man würde auf diese Art eine Ersparniß von 296 693 Fr. in Vergleich eines Aufwandes von 335 638 Fr., als dem nach den erfolgten Abrutschungen zur Herstellung der Stützmauern und Versicherungsanlagen bewilligten Betrage, erzielt haben.

An der Central-Eisenbahn, wo wir zwischen Orlean und dem Tunnel von Bierzon die Böschungen auf einer sehr ausgedehnten Länge zu versichern hatten, und wo das in den sehr bedeutenden Ein-

*) Diese Zahlen der zweiten Kolonne geben dieselben Werthe in Gulden Conv. M. und auf eine n. ö. Kur. Klafter bezogen. Der Faktor 0.7225 bildet die Reduktionszahl. D. Red.

**) Bei dieser Ermittlung haben wir, wie es zu bemerken vielleicht gut ist, der Verkleidung der Gräben und den Banquetmauern keine Rechnung getragen, obwohl sie fast in jedem tiefen Einschnitte unerlässlich sind. D. Aut.

***) In dem Original ist fälschlich dieses Produkt mit 11 365.29 angegeben, während es 113 283.88 heißen sollte. D. Red.

†) Sollte wohl abermals, unserer früheren Bemerkung gemäß, richtiger 113 284 Fr. heißen? D. Red.

††) In der That wären aller Wahrscheinlichkeit nach die bezeichneten Fehler nicht begangen worden, hätte man die Versicherungsanlagen mit dem Abtaufen des Einschnittes gleichen Schritt haltend ausgeführt; denn der gemischte und wasserführende Theil der Böschung, der den, lange Zeit nach seiner Zu-Lage-Regung vorgenommenen, Arbeiten entgangen ist, hätte kaum auch so leicht den nach den Gesetzen einer gründlichen Verfahrensweise ins Werk gesetzten Arbeiten entgegen können; und das auf einer Anschüttung in dem Theile des Einschnittes, wo eine Abrutschung bis unter die Sohle reichte; ausgeführte Steingerinne anlangend; dies ist ein großer Fehler, der offenbar nie hätte Statt finden können, wenn die Böschungen vorbeugungsweise wären versichert worden. D. Aut.

schnitten angewendete trockene Steinmauerwerk fast auf das dreifache des in den Einschnitten von Gagny gezahlten Preises zu stehen kam *); an der Central-Eisenbahn, sagen wir, wo die Versicherungsanlagen wenigstens auf der Hälfte der zu versichernden Länge als Vorbeugungsmittel angewendet werden konnten, glauben wir sehr bescheiden zu sein, wenn wir sagen, die kleinen Versicherungsanlagen hätten eine Ersparniß von wenigstens Zwei Millionen zur Folge gehabt.

(53.) Endlich darf man bei Vergleichung der Kosten unserer Versicherungsanlagen mit jenen der kräftigeren Stützmittel, die man bei Böschungen fast nur nach geschehenen Abrutschungen anwenden kann, nicht vergessen, daß bei der, kunstgemäß mit dem Abtaufen der Böschung gleichzeitigen, Ausführung der Versicherungsarbeiten man immer die Erdmasse, die sich erweicht in den Einschnitt senkt, auf eine beträchtlich viel kleinere Größe zurückführt, und daß diese zu Aufbämmungen nicht verwendbar ist. Dieser Umstand, welcher gleichzeitig die Förderung der Arbeit begünstigt, überträgt noch zu Gunsten der Versicherungsarbeiten eine neue Vermehrung der Ersparnisse.

(54.) Letzte Einwürfe. — Am Schlusse des Gegenstandes bezüglich der Einschnitte, wollen wir versuchen, einigen Einwürfen vorzubeugen; vor Allem müssen wir uns mit der Versicherung bescheiden, durch gegenwärtige, möglichst sorgfältige Beschreibung der Vorkehrungen zur Versicherung der Erdarbeiten keineswegs eine neue Erfindung gemacht zu haben.

Schon seit langer Zeit hat man mit mehr und weniger Erfolg eine Art des Vorganges zur Befestigung in thonigem Boden eröffneter Einschnitte angewendet. Geleitet durch die Rathschläge und das Beispiel unserer Vorgänger, so wie durch eigene Beobachtungen, glauben wir dennoch dahin gekommen zu sein, die Grundsätze, nach welchen man bei derlei Arbeiten vorgehen soll, auf eine wissenschaftliche und bestimmte Art dargestellt zu haben. Wir hoffen, die gegebene Anleitung zur Anwendung dieser Grundsätze werde bei Ausführung großer öffentlicher Arbeiten bedeutende Ersparnisse zur Folge haben, und dies ist es, worauf sich unsere Erwartungen beschränken.

Dies vorausgeschickt, wollen wir zwei Einwendungen betrachten, deren Wichtigkeit wir uns nicht verhehlen.

Man wird ohne Zweifel die Erfolge nicht bestreiten, welche wir an der Central-Eisenbahn und an jener von Straßburg an allen Punkten, wo die vorherbeschriebenen Versicherungsanlagen vollständig ausgeführt wurden, erreicht haben, denn dies sind Thatsachen, von welchen man sich leicht die Ueberzeugung verschaffen kann; eben so wenig wird man die hierüber von erfahrenen Ingenieuren ausgesprochenen Befürchtungen bezweifeln; Befürchtungen von Ingenieuren ausgehend, deren Geschicklichkeit anerkannt ist, und welche in Rede stehende Anlagen nach einem großen Maße ausführten oder sie verfolgten; aber man wird fragen können, ob Ergebnisse, die an der Central-Eisenbahn 6 Jahre, an jenen von Straßburg und Orsay 2 Jahre, an jenen von Dünkirchen und Bordeaux beiläufig 1 Jahr, an jenen des Seine-Departements bloß einige Monate Dauer nachgewiesen haben, man wird sich fragen, ob diese Ergebnisse eine völlige Sicherheit für die Zukunft gewähren können; man wird zu diesem Behufe auf Böschungen hinweisen, welche, mit und ohne Sicherungsanlagen und Konsolidierungen versehen und sich lange Jahre erhaltend, doch mit Abrutschungen endigten.

*) In dem Einschnitte von Gagny war der Preis eines Kub. Meters trockenen Steinmauerwerks 11.19 Fr. D. Aut.

Selbst den beständigen Erfolg unserer Verfahrungsart zugegeben, wird man bemerken, daß die betreffenden Einschnitte im Allgemeinen in einem Terrain mit wenig ausgesprochener Neigung nach der transversalen Richtung eröffnet seien und fragen, ob diese Erfolge dieselben sein würden bei Einschnitten am Fuße oder in dem Abhange mehr oder weniger geneigter Berglehnen.

Auf den ersten Einwurf antworten wir, daß bei den meisten von uns versicherten Einschnitten, die sich selbst überlassenen Böschungen nur sehr kurzen Bestand hatten, selten über einen Monat, und daß, wenn die von uns angewendeten Mittel dieselben durch sechs Jahre erhielten, wohl der Schluß gezogen werden darf, diese Mittel hätten nicht bloß die Verzögerung der Veränderungen und Erweichungen des Thonbodens als Erfolg gehabt, sondern vielmehr die vollkommene Vernichtung der diese veranlassenden Ursachen, und es würden somit die Böschungen, so lange als der Thon durch eine gute Verkleidung von gut beraster Erde den atmosphärischen Einflüssen entzogen bleibt, und die Steingerinne ihren Zweck der sicheren Ableitung innerer Gewässer erfüllen werden, sich auch sicher in der Zukunft erhalten.

Was den zweiten Einwurf betrifft, so wäre es ohne Zweifel von uns verwegen zu behaupten, die Versicherungsanlagen könnten bei **allen** in thonigen Berglehnen eröffneten Einschnitten mit Erfolg angewendet werden. Dennoch hatten wir auch bei den meisten dieser Einschnitte, wenn die Bewegungen, wie es uns sehr wahrscheinlich ist, nicht Folgen des alleinigen Daseins vorbestehender Rutschflächen, sondern vielmehr der Aufweichung und Ausquetschung der unteren mehr oder weniger mächtigen Thonlager sind, im Allgemeinen die Anwendung unseres Versicherungsverfahrens noch immer sehr wirksam. Diese hier ausgesprochene Ansicht, nachdem das Vorbestehen von Gleitflächen zurückgewiesen ist, findet sich übrigens bis zu einem gewissen Grade durch die in Nr. 7 der ersten Abtheilung angeführte merkwürdige Eigenschaft bestätigt, nach welcher nämlich die dem Gleichgewichte einer homogenen Masse zukommende Böschungseignung von der transversalen Neigung des obern Theiles der Masse unabhängig sei.

In dem Falle der Eröffnung von Einschnitten in Berglehnen, es ist werth wiederholt zu werden, könnten Versicherungsanlagen mit Erwartung auf Ersparnisse und auf Erfolg nur als Vorbeugungsanstalten angewendet werden; denn nach dem in Nr. 51 Gesagten und in Berücksichtigung der starken Steigung des Bodens, würden Abrutschungen sich fast immer sehr weit ausdehnen, und man könnte in den meisten Fällen nach erfolgten Abrutschungen die Böschungen nur versichern, wenn man beträchtliche Erdmassen fortzuschaffte und unermeßliche Summen aufwendete.

Diese Betrachtung führt natürlich, es ist wahr, zu einer wesentlichen Beschränkung der Anwendung der Versicherungsanlagen.

In der That kann die Berglehne, in welcher ein Einschnitt zu eröffnen ist, in mehr oder weniger entfernten Zeiten Bewegungen erlitten haben, sei es in Folge früherer Arbeiten, sei es durch natürliche Erweichung der zu Tag des Hügels auslaufenden Thonlager, sei es endlich, aber viel seltener wie wir glauben, als Folge vorbestehender Rutschflächen.

Man begreift, daß unter diesen Umständen, wenn die vorgegangenen Bewegungen bedeutend sind, die Böschungen nicht mehr vorbeugend versichert und befestigt werden können, und daß es dann entsprechender sei, noch bevor der Einschnitt in Angriff genommen ist, die Trace zu verlegen, als sich im besten Falle zur Anwendung kräftiger Erhaltungsmittel zu entschließen.

Es ist also sehr wichtig, sich vor Eröffnung eines Einschnittes an einer thonigen Berglehne durch aufmerksame Untersuchung der Ortsverhältnisse zu versichern, daß keine Merkmale und Anzeichen von vorhergegangenen Bewegungen der vorfindigen Erdschichten vorhanden sind.

(55.) Sollte man beharrlich, gegen unsere Ansicht, die Sicherungsanlagen nicht für wirksam genug halten, um für immer den Bestand thoniger Böschungen zu sichern, und zur gänzlichen Sicherheit mit Bestimmtheit auf mehr oder weniger dicke Stühmanern, auf Strebewerke oder auf Einwölbungen zurückkommen, so wird man doch immer bei gleichförmig mit dem Abteufen der Einschnitte vorschreitenden Versicherungsanlagen und durch die beschriebene Verfahrungsart Ersparungen erlangen; denn man kann es nicht oft genug wiederholen, bei solchen Arbeiten ist die wesentliche nie aus den Augen zu verlierende Rücksicht die Nothwendigkeit der Herstellung der Befestigungsarbeiten, von welcher Art sie immer seien, so viel nur möglich, bevor eine Bewegung der Erdmassen begonnen hat.

Zweiter Artikel.

Dämme.

(56.) Ursachen der Abrutschungen bei Dämmen. — Da Abrutschungen in Thonboden eröffneter Einschnitte gewöhnlich, wie wir glauben, der Wirkung des Erweichens durch innere Wässer und jener der atmosphärischen Einflüsse, oder, wie noch einige Ingenieure zu glauben scheinen, vorbestehenden Rutschflächen zugeschrieben werden, so kann man im ersten Augenblicke der Meinung sein, die mit dem aus solchen Einschnitten gewonnenen Materiale errichteten Dämme seien leicht vor ähnlichen Unfällen zu schützen.

Dies ist wenigstens die Meinung, die wir während der Arbeiten an der Central-Eisenbahn eine Zeit lang hatten; unsere großen Dämme waren mittelst Wagen aus dem Abraum der Einschnitte aufgeführt; die Böschungen der Einschnitte wurden grundsätzlich nicht gleichförmig mit dem Abteufen derselben versichert; als Folge davon fand sich immer eine sehr große Menge erweichter, mehr oder weniger flüssiger Erde in den Einschnitten, und ungeachtet unserer Anordnungen wurde diese Erde, zur Dammbildung ganz und gar untauglich, nicht immer am Wechselpunkte des Einschnittes und Dammes zur Seite geführt; indessen, während die Böschungen unserer Einschnitte sich manchmal nicht durch 8 Tage erhalten konnten, erhielten sich unsere Dämme, abgerechnet die stärkeren und geringeren Setzungen, in einer völlig befriedigenden Art.

Dieser Unterschied in der Standfestigkeit der Einschnitte und der Dämme wurde uns anfänglich durch die Hypothese der vorbestehenden Rutschflächen in den Einschnitten erklärt, welches Vorbestehen von Gleitflächen in Aufdämmungen offenbar nicht vorausgesetzt werden konnte.

Später als die aufmerksame Beobachtung der Vorfälle bezüglich der Böschungen uns die Unrichtigkeit dieser Hypothese erkennen ließ, verloren wir viel von unserer Sicherheit; dennoch hofften wir noch, den Bestand der Dämme zu sichern, indem wir unausgesetzt Sorge trugen, das Stagniren der Wässer an der Oberfläche zu verhindern und indem wir die Böschungen mit einer Decke von sandiger oder Ackererde versahen. Unsere Täuschungen in dieser Beziehung wurden jedoch bald zerstört, denn in weniger als einem Jahre erlitt der aus fast ganz reinem Thone hergestellte kaum 8 Meter hohe Damm hinter dem Einschnitte von Puget Abrutschungen zu beiden Seiten des Dammes auf großer Längenausdehnung, und wir konnten überall, Fig. 3 Bl. 5. ähnliche Rutschflächen, wie in dem Einschnitte, bemerken.

(57.) Die Ursache dieser Unfälle ist uns heute sehr erklärlich, selbst an solchen Punkten, wo kein aus dem Einschnitte erweichtes Material verwendet wurde. Man weiß nach einer Erfahrung des Herrn Berthaut-Ducréux (Annales des ponts et chaussées 1834, 1. Semester) daß, wenn man in ein undurchlässiges Gefäß 1 Kub. M. Schlegelschotter gibt, wie man denselben zu Steingerinnen verwendet, jedoch zuvor mittelst eines Durchwurfgitters von Sand und Erde gereinigt, und wenn man das Gefäß mit Wasser anfüllt, um den leeren Raum zu messen, welchen die Steinstücke zwischen sich lassen, man mit kleinen Abweichungen den leeren Raum immer nahe im Betrage von 0.46 und den mit Steinen erfüllten 0.54 des Ganzen findet.

Die Schollen reinen Thones, wenn sie vom Wagen abgeladen und nicht gestampft werden, werden nach unserem Dafürhalten wenigstens eben so große Zwischenräume lassen; denn da sie immer in gewissem Grade aneinander kleben und nicht die Beweglichkeit des Steingerölles haben, so können sie sich nicht wie die letzteren der Art lagern, daß der Schwerpunkt der Masse möglichst tief zu liegen komme *).

Man begreift hiernach, welche ungeheure Menge Wasser in einen nicht gestampften Damm von Thon eindringen muß können; man begreift die daraus hervorgehende Erweichung, das Aufblähen; endlich welche Setzungen und Abrutschungen hieraus folgen können, wie klein auch der Böschungswinkel sei.

Das Stampfen betreffend, ist es eine während der Zufuhr der Erde mittelst Waggons beinahe unmögliche Arbeit. Diese Arbeit würde übrigens bei festem Thon wenig ausgiebig sein; sie würde die Zwischenräume nur schwinden machen und eine volle Masse erzeugen können, wenn der Thon einen solchen Grad von Feuchtigkeit und Erweichung erlangt hätte, wie ihn eine vorsichtige Bauleitung gar nie verwenden soll.

Bermengt man bei Bildung der Dämme gute trockene Erde mit Thon, so wird man gewiß eine vollere Masse erlangen, die Setzungen werden geringer und der Damm wird besser sein, wenn man will; aber Abrutschungen werden immer zu fürchten sein, selbst wenn der Thon nur in geringer Menge verwendet würde. Ungleichförmige Setzungen werden in der That immer eintreten und an der Oberfläche Vertiefungen und Risse hervorbringen, welche mit der größten Sorgfalt nicht abzuhalten sein werden; die Austrocknung, das Zusammenziehen der thonigen Theile bewirkend, wird Sprünge erzeugen, es werden die Regenwässer kommen, die sich in den Vertiefungen sammeln; diese werden durch die Risse und Sprünge eindringen, den ganzen Dammkörper um so leichter durchdringen, je mehr durchlässige Erde beigemischt sein wird, und wofern sie dann eine Thonlage von irgend einer Ausdehnung treffen, welche sie aufhält, diese erweichen und nach kürzerer oder längerer Zeit eine Abrutschung hervorrufen **).

(58.) Kann man standhafte Dämme mit thonigen Ausgrabungen errichten? Um das Eindringen des Wassers in einen Thon-

*) Eine sehr auffallende und diese Ansicht zugleich bestätigende Thatsache ist folgende: wenn man Kugeln von gleichem Durchmesser in eine rechteckige Kiste, deren Seiten ein vollständiges Vielfache des Kugeldurchmessers sind, sich so unter sich genau berührend schichtet, um den möglichst kleinsten Zwischenraum zwischen sich zu lassen, so beträgt immer der leere Raum 0.476 und der volle 0.524 des Ganzen, welcher einen Durchmesser die Kugeln haben mögen. Die Uebereinstimmung dieses Verhältnisses mit dem oben von Berthaut-Ducréux für verschieden große und unregelmäßige Körper gefundenen ist sehr merkwürdig. D. Aut.

**) Diese Ansicht stimmt keineswegs mit der des Herrn Ingenieurs Couche in seinem Briefe, den wir im Auszuge am Ende dieses Abschnittes geben wer-

damm zu verhindern und dessen Dauer zu sichern, müßte man dem Thon jene Festigkeit und Dichtigkeit zu geben vermögen, welche er im natürlichen Zustande vor dem Aufgraben besaß.

Kann man diesen Zweck erreichen, wenn man die Anschüttung mit Wagen oder Karren in dünnen, gleichmäßig überfahrenen Schichten ausführt? Dies ist eine Frage, auf welche gegenwärtig zu antworten wohl schwer zu sein scheint. Bei der Eisenbahn von Lyon wurden große Dämme von Thon auf diese Weise hergestellt und erhalten sich sehr gut; sie stehen seit zwei bis drei Jahren unverfehrt, abgesehen von einigen kleinen Rutschungen an der Oberfläche; aber darf man sich schmeicheln, daß dieser Zustand von Dauer sein werde?

Eine merkwürdige Thatsache, welche wir schon bei der Central-Eisenbahn beobachteten, würde zu Befürchtungen in dieser Beziehung Anlaß geben, nämlich die Thatsache, daß die Erhaltung der Geleise auf Dämmen von Thon an der Lyoner Eisenbahn doppelt so viel kostet als auf solchen von Ackererde. Diese Thatsache scheint zu bestätigen, daß die Dämme noch bei Weitem nicht diejenige Dichte erlangten, welche der Thon in seinem natürlichen Zustande besaß, und deshalb kann man fragen, ob die Einwirkungen der Zeit, des Wassers und der atmosphärischen Einflüsse nicht werden, über lang oder kurz, endlich den gänzlichen Ruin dieser Dämme herbeiführen können.

Diese Thatsache, welche die in Thon eröffneten Einschnitte nicht zeigen, wenn sie nicht etwa nur dem Beginne des Betriebes eigen ist, und wenn sie fort dauert, beweist jeden Falls, daß Dämme von Thon immer sehr mißlich sind und nur dann errichtet werden sollten, wenn örtliche und ökonomische Rücksichten dies gebieterisch fordern.

(59.) Dämme mit einem Mittelkörper von Thon. — Man hat oft vorgeschlagen, wenn die Ausgrabungen sowohl Thon als gute Erde zugleich geben, nur den mittleren Theil oder Kern des Dammes von Thon, dagegen die prismatischen Böschungskörper, an der Krone mit einer Breite von 0.30 bis 0.50 M. und mit starker Breite an der Grundfläche, von guter Erde herzustellen; damit diese mit ihrer Trägheitsmasse und als Widerlagen den Druck des Thonkörpers aufheben könnten. Wenn man mit Sorgfalt auf diese Weise vorgeht, so wird man, nach unserer Ansicht, wenn nicht gute Dämme bauen, doch sich wenigstens vor Abrutschungen geschützt haben.

Allein diese in Rede stehende Ausführung, um eine gelungene zu sein, erfordert die Ausführung der Seitenprismen vor oder nach der Herstellung des Mittelkörpers; denn bei der Herstellung des Dammes, nach seinem ganzen Querschnitte vorschreitend, würde es trotz der thätigsten Ueberwachung unmöglich sein, eine theilweise Vermischung des Thones mit der guten Dammerde der Seitentheile zu verhindern, was hinreichen würde, den Erfolg unsicher zu machen.

Bei der Herstellung der Seitenprismen vor jener des Mittelkörpers, müßte man für die Herstellung der Seitenprismen auf den Transport mit Waggons verzichten, und die Nothwendigkeit, ihnen auch nach Innen Böschungen zu geben, würde übrigens zur Verwendung des Thones den kubischen Raum des Mittelkörpers fast immer zu sehr verringern.

Es wird also im Allgemeinen mit dem Mittelkörper zu beginnen sein, wenn man allen flüssigen und auch schon in dem Einschnitte auf-

der, ausgesprochenen überein. Wir wünschen lebhaft, der Erfolg möchte uns Lüge strafen, und der fast aus reinem Thon hergestellte Damm an der Bahn von Orsay möchte sich fortan erhalten; dies gäbe einen Beweis mehr zu Gunsten des Verfahrens der Versicherungen in Einschnitten; allein wir befürchten sehr, die von uns hier angeführten Ursachen hören nicht auf, den Thon zu erweichen und Abrutschungen zu veranlassen. D. Aut.

geweichten Boden sorgsam auf Lagerplätze zur Seite werfen läßt *), wird man leicht die Böschungen dieses Mittelförpers durch einige Zeit in einer Neigung von 0·80 oder 1·00 erhalten können, den unteren Theil ausgenommen, welcher durch die zunehmende Geschwindigkeit der einzelnen Schollen beim Ausschütten immer eine sehr sanft verlaufende Krümmung darbieten wird. Fig. 9, Bl. 4.

Sobald der Mittelförper auf eine gewisse Länge hergestellt ist, muß man sich beeilen, die Böschungen stufenförmig auszugraben, allen in der ganzen Breite der Seitenprismen, Fig. 9, vorfindigen Thon sorgfältig zu entfernen, und letztere aus guter Erde ohne eine Vermischung mit Thon, mit Böschungen von wenigstens 1·50, möglichst schnell aufzuführen **).

Diese Arbeit wird jedoch, wie wir es sagen müssen, oft große Schwierigkeiten in der Ausführung bieten, und wir konnten diese Methode nur ausnahmsweise bei einigen unserer Dämme befolgen.

Das gewonnene Material aus Einschnitten entspricht in der That nur selten den Erfordernissen der Dämme. Bald besteht dasselbe aus Thon oder gemischter Erde, während der Damm gute, unvermischte Erde verlangt; bald bietet dasselbe wieder nur gute Erde, während der Damm die Verwendung thoniger Erde zulassen würde. Endlich wird die wirkliche Arbeit selbst ein Hinderniß darbieten, wenn der Transport mit Waggons geschieht. Die Anzahl der nach Borne sich entleerenden Wagen und jene nach der Seite abkleeirenden, steht gewöhnlich in einem Verhältnisse, wie es für normale Arbeiten am entsprecheendsten ist; dem zu Folge werden, bei der Anlage eines Mittelförpers, wo nur wenige oder gar keine zur Seite ausleerenden Wagen verwendbar sind, die Arbeiten gewaltsam verzögert werden können; eben so ist es bei Ausführung der Seitenprismen, wo ausschließlich nur zur Seite ausleerende Wagen in Gebrauch kommen.

(60.) Findet sich mit Uebermaß Thon im Einschnitte und kaum so viel gute Erde, als für die Seitenkörper nöthig ist, wird man so viel möglich einen Mittelförper von reinem Thone herstellen müssen; denn durch Vermischung mit guter Erde könnte man zwar den Grad der Segung verringern und in dieser Beziehung einen besseren Damm erhalten, allein nach dem schon oben Gesagten würden hierdurch die Ursachen der Erweichung des Mittelförpers nicht vermieden und die Gegenwirkung der Seitenprismen verringert. Nur dann, wenn man für die Seitenprismen einen Ueberschuß an guter Erde vorfände, würde die Vermischung der Erden im Mittelförper nützlich sein.

Bietet ein Einschnitt beide Erdarten dar, und werden dieselben mit Schiebkarren oder Handwagen verführt, so wird diese Methode viel leichter zu befolgen sein.

*) Zum Ueberflusse erinnern wir hier, es würden sich immer sehr kleine Mengen flüssiger und erweichter Erde in den Einschnitten vorfinden, wenn man die Böschungen mit den im ersten Artikel dieses Abschnittes beschriebenen Versicherungsanlagen in gleichem Schritte mit ihrer Abteufung versteift. D. Aut.

**) Bei der Ausführung von Dämmen hat man vor einigen Jahren an einer Eisenbahn ein uns fehlerhaft erscheinendes Verfahren angenommen, und welches, wie wir glauben, auch bald böse Unfälle hervorrief, wie es Fig. 10 Bl. 4 verinnlicht. Der Böschungskörper aus Thon hat Böschungen zu 45°. Die Verkleidung ist wie 1·50 : 1 geböschet, und besteht an der Oberfläche aus Sand in kleiner Dicke, in dem übrigen größeren Theile der Dicke aber aus abwechselnden Schichten von Sand und gut geschlagenem Thone, mit einer Neigung gegen den Mittelförper. Der Thon, welcher auf diese Art in die Verkleidung hineingestreift, bietet den Seihewässern offenbar eine sehr große Oberfläche, und diese, durch die geneigte Lage der Verkleidungsschichten gegen die Mitte des Dammes geleitet, müssen sowohl die Verkleidungsschichten als den Dammkörper selbst in kurzer Zeit erweichen, und Abflüsse erzeugen.

D. Aut.

Wollte man nicht so vorgehen, so müßte man immer eine Vermischung dieser zwei Erdarten in dem Dammkörper wohl verhüten und es wäre vorzuziehen, den Damm streckenweise ganz aus guter Erde und wieder ganz aus reinem Thone, ungesäumt mit einer Erdverkleidung versehen, aufzuführen; denn der durch die Karren fest zusammengedrückte Thon ist, was nicht aus dem Gesichte gelassen werden darf, weniger geeignet, durch das Regenwasser erweicht zu werden, als wenn er mit andern, das Durchsickern befördernden Erdarten gemengt ist.

(61.) Dämme über thonigem Grunde. — Vorzüglich bei der Uebersehung stark geböschter Thäler, oder beim Anlehnen an Bergabhängen kann man veranlaßt sein, Dämme auf einem Boden zu errichten, der aus abwechselnd durchlässigen und undurchlässigen Schichten gebildet ist, und in dessen Folge sich wirkliche Quellen oder einfache Durchsickerungen vorfinden, die selbst nur während eines Theiles des Jahres erscheinen können.

In diesem Falle ist es sehr wichtig, von welcher Erdgattung der Damm selbst auch aufgeführt werde, den Untergrund durch die für Einschnittsböschungen angegebenen Mittel der Steingerinne zu versichern. Würde man diese Vorsicht vernachlässigen, so würden sich die gedachten Wässer im Untergrunde, durch die aufgeführte Erde abgedämmt, ansammeln, und sowohl den Untergrund als den Damm erweichen, und endlich eine Rutschung beider herbeiführen.

Dann könnte nur durch Entfernung übergroßer Erdmassen, oder durch Anwendung großartiger und kostspieliger Erhaltungsmittel ein fester Damm erzielt werden.

(62.) Befestigung aus Thon gebildeter Dämme. — Ist man gezwungen, in Dämme Thon zu verwenden, wenn die Unzulänglichkeit guter Erde oder Schwierigkeiten in der Ausführung nicht erlauben, den Thon ausschließlich für den Mittelförper zu verwenden, wie es in Nr. 59 gezeigt wurde, so wird man immer die Möglichkeit von Unfällen durch Anordnung starker von guter Erde am Fuße verdächtiger Böschungen hergestellter Bermen vermindern können, denn bei Dämmen wie bei Einschnitten ist die Hauptsache, die Masse verhindern, sich in Bewegung zu setzen; die Anwendung vorbeugender Mittel, selbst im Uebermaße, wird daher stets ökonomischer sein, als nach erfolgten Abrutschungen die Anwendung viel großartigerer Mittel, von welchen man dann Gebrauch machen müßte. Aus demselben Grunde ist auch sehr wichtig, das Ansammeln und Stehenbleiben von Regenwässern an dem Fuße von Böschungen zu verhindern, und wenn sie nicht einen natürlichen sehr schnellen Abfluß haben, darf man nicht zögern, ihnen durch Anwendung von Seitengräben diesen Abfluß zu sichern.

(63.) Handelt es sich um die Behebung einer eingetretenen Abrutschung, Fig. 3 Bl. 5, so hüte man sich wohl, zur Heilung des Uebels, gute Erde in den Raum A F G H über die in Bewegung befindliche Masse zu bringen, man müßte in der That, indem das Gewicht der aufgebrachten Erde die Bewegung der untern Masse nur beschleunigen würde, diese Nachfüllung sehr oft wiederholen, bis man eine haltbare Böschung erlangt hätte, und diese wird man nur erlangen, nachdem die thonhaltige Masse G E B D C H, die hier sich vorfinden kann, vollständig zur Seite gedrückt ist.

Da nun der größte Theil der eingebrachten Erde, durch die Bewegung der flüssigen, immer mit fortgerissen würde, so könnte man bei diesem Vorgange dahin geführt werden, zur Befestigung des Dammes mehr als den doppelten Inhalt von jenem verwenden zu müssen, der nöthig geworden wäre, wenn man gleich anfangs das abgerutschte Prisma zur Seite geworfen hätte.

(64.) Durch sogleiche Entfernung der abgeessenen Masse und schnelle Aufführung des zu ersetzenden Theiles A F J B, Fig. 3, wird man also das Uebel viel schneller und billiger heilen können. Wir versuhren beinahe immer auf diese Art bei Ausbesserung großer Abrutschungen an der Central-Eisenbahn und an jener von Straßburg, und befanden uns gut dabei.

Nach Beseitigung der abgerutschten Masse bis zur Oberfläche der Rutschung wurde letztere stufenförmig, wie Fig. 3 zeigt, abgefeht, man trug jedoch stets große Sorge, keine Spur von Thon zwischen dem Untergrunde und der aufgetragenen guten Erde, außerhalb des um 0·80 oder höchstens um das Ganze der Höhe A I, d. i. um I J vom Saume A der Böschung entfernten Punktes J zurück zu lassen. Diese Vorsicht ist wesentlich; denn die kleinste dazwischen befindliche Thonschichte, unter dem Gewichte der neu aufgeführten Erde ausweichend, könnte abermals Unfälle veranlassen.

Meistens gaben wir der zur Ausfüllung der Abrutschung eingebrachten gefunden Erde eine Böschung mit der Neigung von 2 : 1, es dürfte jedoch auch 1·50 : 1 in den meisten Fällen genügen.

An solchen Punkten, wo der im Damme verbliebene Theil des Mittelförpers von Thon sehr feucht war, haben wir an der Central-Eisenbahn oft Nothausfluten, Fig. 1 und 2, der Länge nach mit einem Gefälle gegen die Mitte der Abrutschung hin angelegt, und hier ein Steingerinne ohne Grundbett nach der Linie des stärksten Gefälles errichtet, welches bis auf den natürlichen Boden und unter der neuen Erdansammlung hindurch sich verlängerte. Diese Anordnung sollte dazu dienen, den Mittelförper auszutrocknen und den Abfluß des durch die neue Ansammlung bis auf die Nothfluten eindringenden Wassers zu erleichtern; wir glauben aber gegenwärtig, immerhin dadurch einiger Massen rein unnöthige Kosten verursacht zu haben, und wir haben uns enthalten, an der Straßburger Eisenbahn es wieder anzuwenden.

Einige Male ließen wir die in die Abrutschung eingebrachte gesunde Erde stampfen; dieser Vorgang vermehrt ansehnlich die Widerstandsleistung der eingebrachten Erde; allein er hat den Uebelstand immer sehr kostspielig zu sein, und wir glauben, man wird in den meisten Fällen davon abgehen können.

(65.) Dem von uns beobachteten Verfahren werden zwei wichtige Vorwürfe gemacht: erstens erfordert dasselbe eine große Menge trockener, guter Erde*) und die Umarbeitung beträchtlicher Erdmassen, ist sonach sehr kostspielig; zweitens kann dieses Verfahren, wenn es bei einer im Betriebe stehenden Eisenbahn angewendet werden soll, zwingen, die Benützung eines Geleises zu unterbrechen.

Um dieser doppelten Unzukömmlichkeit zu begegnen, zieht man zuweilen vor, eine Stützmauer von trockenen Steinen oder eine starke Berme aus guter Erde, K L M, Fig. 3, außerhalb der Abrutschung aufzuführen und mit Hilfe guter Erde den oberen Theil nach einer sanften Böschung wie M N P A zu reguliren. Aber welche Dimensionen soll man dieser Stützmauer oder der Berme geben, um mit Sicherheit die in Bewegung begriffene Masse zu halten, wenn sie durch die in dem oberen Theile aufgeführte Erde gepreßt sein wird? Diese Frage ist ohne Zweifel unmöglich zu beantworten. Gibt man beträchtlich größere Dimensionen, als nothwendig wären, so können leicht die Kosten noch größer ausfallen, als nach dem ersten Verfahren; und macht man

*) Um den fast aus dem reinen Thone des nahen Einschnittes gebildeten Damm von Puet an der Central-Eisenbahn zu befestigen, waren wir genöthigt, so zu sagen, nur die Haut einer großen Terrainoberfläche an den Eingängen des Einschnittes abzuheben, um nur gesunde gute Erde zu gewinnen.

D. Aut.

die Dimensionen zu schwach, so könnte dasselbe in noch höherem Maße eintreten, und man zuletzt doch genöthigt sein, auf dasselbe zurück zu kommen.

Das erste Verfahren ist zwar kostspielig, gewährt aber wenigstens bei den stärksten Abrutschungen den Vortheil eines sicheren Erfolges. Das zweite Verfahren dagegen beläßt dem Feinde im Innern seine Thätigkeit und ist unsicher in Betreff des Kostenpunktes wie des Erfolges; dasselbe sollte daher, nach unserer Ansicht, im Allgemeinen auf den Fall beschränkt werden, wo eine Böschung den Beginn einer Rutschung zeigt, oder die ersten Zeichen einer sich vorbereitenden Abrutschung gibt, nämlich Einrisse in dem obern Theile und eine Wölbung in der Neigung zeigt. Alsdann würde ohne Zweifel schnell eine Berme am Fuße der Böschung zu errichten und oben Erde aufzuführen sein, um die Einrisse auszufüllen und die Böschung auszugleichen. Dieses Verfahren ist jedoch mehr geeignet, einer Abrutschung vorzubeugen, als sie zu beheben, und würde vielmehr zu den in Nr. 62 angezeigten vorbeugenden Mitteln gehören.

Was die Unterbrechung der Benützung eines Geleises betrifft, welche bei einer im Betriebe stehenden Eisenbahn eine Folge des ersten Verfahrens sein könnte, so glauben wir derselben in den meisten Fällen vorbeugen zu können, wenn man Langbäume unter die Querschwellen einzieht, um den Druck und die Erschütterungen durch die Züge auf eine größere Fläche zu vertheilen. Diese Vorsicht erscheint übrigens auch bei dem zweiten Verfahren nothwendig.

Paris am 21. Oktober 1850.

[Schluß folgt *).]

Ueber Eisenbahn-Wagen-Achsen.

Mitgetheilt vom k. k. technischen Rathe Herrn Wilhelm Engerth.

Die wiederholt vorgekommenen Achsenbrüche, welche in dem letzten Jahre auf den österreichischen, sowohl Staats- als Privatbahnen Statt fanden, veranlaßten eine Erforschung der Ursachen, und eine genaue Untersuchung über die Beschaffenheit der von den anerkanntesten in- und ausländischen Eisenwerken erzeugten Achsen.

Die von mehreren Seiten aufgestellte Vermuthung, durch den Gebrauch der Achsen werde deren Gefüge in einer bestimmten Zeit so verändert, daß sie in Folge des dadurch verschlechterten Materials brechen — hat durch die bis jetzt in dieser Richtung geschehenen Wahrnehmungen noch keine Bestätigung gefunden. Obgleich, wie nicht zu läugnen ist, durch die Einwirkung der Torsion und der Stöße, welchen die Achsen ausgesetzt sind, das Gefüge des Eisens verändert und körniger wird, so ist doch dieser Einfluß so gering, daß die Dauer einer Achse blos in Rücksicht dieser Textur-Veränderung nach den gegenwärtigen Erfahrungen nicht abzusehen ist **).

*) Da mit dem bisher Gegebenen die eigentliche Abhandlung über die zu erfüllenden Bedingungen für die gute Erhaltung der Erarbeiten beendet ist, und der Schluß nur mehr eine Bestätigung der Richtigkeit des gegebenen Verfahrens als dessen Ergänzung bildet, so werden wir diesen erst in einer der späteren Nummern dieser Zeitschrift nachtragen.

Die Redaktion.

**) Dieser Ansicht widerspricht Herr Ingenieur Lenz in einer der Redaction gethanen Mittheilung durch eine Thatsache: Vor beiläufig 6 Jahren wurde von den Eisenwerken in Seraing eine große Anzahl Wagenachsen an eine Eisenbahn in Sardinien geliefert, von deren guter und sehniger Beschaffenheit man sich dadurch überzeugte, daß jede Achse um einen ganzen Fuß länger geliefert werden mußte, und dieses Uebermaß, nach seiner Abtrennung von der Achse, bezüglich seiner Textur genau untersucht, die genannte Eigenschaft nachwies. Trotz der sorgfältigen Auswahl dieser fraglichen Achsen, sollen sie zum größten Theile jetzt schon derart krystallinisch geworden sein, daß sie häufig brechen und ihre Erneuerung nothwendig machen.

Anmerk d. Red.

Als die bis jetzt aufgefundenen Ursachen, warum die aus dem ausgezeichneten Eisen Steiermarks und Kärnthens erzeugten Achsen, trotz der großen Stärke der Achsenprügel, doch noch verhältnismäßig zu oft brechen, können nach den erhobenen Umständen der stattgefundenen Achsenbrüche und der Art derselben, wenn nicht mit voller Gewissheit, doch mit großer Wahrscheinlichkeit folgende bezeichnet werden:

1. Die Legung und Erhaltung des Oberbaues geschah bis auf neuere Zeit bei Weitem nicht mit derjenigen Sorgfalt und Aufmerksamkeit, welche die gute Erhaltung der Fahrbetriebsmittel erfordert, und wie sie namentlich in England geschieht.

2. Die Erzeugung der Achsen war eine unvollkommene, indem es meistens an entsprechend schweren Hämmern gebrach und die Luppen oder Pakette nur wenig geschmiedet und sodann blos mittelst der Walzen vollendet wurden, deren Druck keinesfalls so intensiv bis auf den Kern einer dickeren Achse einwirkt, als dies durch kräftige Hammerschläge zu erreichen möglich ist. — Durch dieses Verfahren erhielten also gerade die Zapfen, welche den größten Widerstand leisten sollen, nach dem Abdrehen auf den gehörigen Durchmesser ein verhältnismäßig schlechteres, weniger dichtes Material, als die weniger wichtige Mitte der Achsen.

3. Die durch die Operation des Walzens bedingte cylindrische Form der Achsen muß als nachtheilig bezeichnet werden, indem bei der hierdurch entstehenden größeren Steifigkeit des mittleren Theiles die Stöße mit ihrer ganzen ungeschwächten Kraft auf die Zapfen einwirken. Man hat daher in neuerer Zeit fast auf allen ausländischen Bahnen die Achsen, nach englischen Mustern, in der Mitte viel schwächer gehalten, damit die Stöße, welche an dem Radumfang stattfinden, nicht blos auf den Zapfen und den Theil am Radhaufen, sondern zum Theil auf die mindest schädliche Stelle, die Mitte der Achse, übertragen werden *).

*) Die Achsen von ihren beiden Enden gegen die Längsmitte hin zu verjüngen, und sie so aus zwei abgekürzten Kegeln, die mit ihren kleineren Grundflächen sich in der Mitte zu einem Ganzen vereinigen, bestehen zu lassen, ist eine Anordnung, die wir bei der üblichen Verwendung der Achsen nach unserm Dafürhalten nicht billigen können.

Welt davon zu glauben, vorkommende Stöße und Vibrationen im Gebrauche der Achsen könnten eine so große Wirkung auf die Kohäsion des Materiales, welche beim Eisen zu einer Veränderung so bedeutende Kräfte erfährt, wirklich auszuüben vermögen, daß dadurch eine Umgestaltung der ursprünglichen Textur erfolge, ist uns aber letztere Erscheinung in Folge der Torsion, welcher die Achsen zufällig selbst in geraden Bahnen aber prinzipiell in Kurven ausgesetzt sein können, vollkommen begreiflich. Daher wir auch die in der ersten Note von Herrn Lenz gegebene Wahrnehmung a priori nicht bezweifeln wollen.

Es ist bekannt, wie leicht ein dünner oder stärkerer Draht durch bloßes Hin- und Herbiegen abbricht. Dasselbe bewirkt die Torsion durch die wiederholte Ausdehnung und darauf folgende Zusammendrückung abwechselnd nach entgegengesetzten Richtungen, nur nach Maßgabe der gegen die bedeutende zu zerstörende Masse verhältnismäßig kleineren Kraft und Einwirkung viel langsamer, aber doch schnell genug, wenn diese Kraft nur fähig ist, bleibende Längenänderungen, seien sie noch so klein, zu bewirken. An der Budweiser Eisenbahn, wo jedes Rad mit etwa 15 Centner belastet ist, die innere Länge der Achsen zwischen den Rädern 38 Zoll, der Durchmesser der Zapfen 2½ Zoll und jener der vielfach ausgeschmiedeten Achsenlängen etwa 3 Zoll war, hatten wir vor Jahren öfter Gelegenheit wahrzunehmen, wie ein Rad gegen das andere gekuppelte zurückbleibt, was nur dadurch sichtbar wurde, daß es, nachdem die Spannung über die Größe des Reibungswiderstandes gesteigert war, plötzlich auf der Schiene schleifend sich vorschnellte. In einer Krümmung von etwa 30 Rftr. Halbmesser mag dieser Bewegung bei einer Spurweite von 42 Zoll am Radmittelpunkte sicher ein Winkel leicht mehr als 10 Grade zugekommen sein.

Die Stöße, welche die Räder und mittelbar die Achsen zu erleiden haben, können durch sorgfame Konstruktion und Erhaltung des Oberbaues ver-

4. Auch waren die Zapfen der Achsen, trotz des weniger dichten Materiales, der großen Belastung (circa 45 Ctr. auf Einen Zapfen eines achtradrigen Lastwagens) und der unvollkommenen Bahn schwächer, als sie auf fremden Bahnen für nöthig erachtet werden.

Die Behebung des unter 1 angeführten nachtheiligen Umstandes wurde auf den k. k. Staatsbahnen durch Einführung schwererer Schienen, durch das Verkuppeln der Schienenstöße und durch eine, schon wegen Einführung größerer Fahrgeschwindigkeiten aus Sicherheitsrück-sichten bedingte bessere Bahnerhaltung bereits eingeleitet.

Eben so wurde mit Rücksicht auf den unter 4 besprochenen Umstand bereits angeordnet, daß bei allen neu zu erbauenden Wägen die Zapfen der Achsen anstatt 2½" wie bisher, nunmehr 3" Durchmesser erhalten.

Um aber auch vollkommen angefertigte Achsen zu erhalten, wurden die inländischen Eisengewerke von der k. k. General-Direktion für Kommunikationen aufgefordert, geschmiedete Achsen, d. h. solche, welche nicht durch den Walzprozeß allein vollendet wurden, nach vorgezeichneter verbesserter Form zu erzeugen, und obgleich diese im Inlande noch nicht übliche Fabrikationsweise auf mancherlei Schwierigkeiten stieß*), so haben

mindestens, die Torsionen aber werden hierdurch nicht verhindert; diese sind also für die Dauer der Achsen, der möglichen Verschlechterung der Textur wegen, bedenklicher. Bei ein und derselben Eisenbahn werden die torsiirenden Kräfte und die Länge des der Torsion ausgesetzten Körpers stets konstant sein, und nur die Radhalbmesser und die Durchmesser der Achsen können nach Bedarf geändert werden, und erzeugen dann einen bestimmten Torsionswinkel, der nach der bisherigen Theorie dem Radhalbmesser direkt und den vierten Potenzen der Achsendurchmesser verkehrt proportional ist und mit dessen Größe die Verderbniß wächst. Es werden also kleine Radhalbmesser in dieser Beziehung besser als große sein; allein auch diese können als gegeben betrachtet werden. Vorzüglich wirksam sind die Achsen-Durchmesser; nehmen wir z. B. aus der nächstfolgenden Tabelle die Achsen Nr. 3 und 4, deren Durchmesser im Haufen 4" 6''' ist, und setzen sie cylindrisch voraus, so ist die Torsionsgröße der Zahl $\left(\frac{1}{4 \cdot 6'''}\right)^4 = \frac{1}{410.06}$ proportional; würden diese Achsen abermals cylindrisch, aber den Durchmesser der Mitte 3" 3¼''' konstant haben, so ist nunmehr die Torsionsgröße unter übrigens gleichen Umständen der Zahl $\left(\frac{1}{3 \cdot 3\frac{1}{4}'''}\right)^4 =$

$\frac{1}{123.77}$ proportional, mithin die Achse durch die Herabsetzung des Durchmessers von 4" 6''' auf 3" 3¼''' schon 3½ mal schwächer oder empfindlicher, und der Fall möglich, daß die Torsionen, welchen die Achse in beiden Fällen ausgesetzt ist, für den ersten Durchmesser, innerhalb der Grenzen der natürlichen Elastizität liegend, so zu sagen unschädlich sind, während sie für den zweiten, diese Grenze vielleicht gar überschreitend, viel schneller Schaden bringen. Sind die beiden Durchmesser, wie es Mode geworden ist, an der Achse vorhanden, so dürfte das Ergebnis bei gleichen Werthen vielleicht noch ein schlechteres sein.

Es wäre zu wünschen, daß die Erfahrung über diesen Fall völlig ent-schiede, indeß glauben wir immer, sie wird unsere Meinung bestätigen. Nebri-gens wäre dieser, für die Sicherheit des Betriebes und zur möglichen Vermeidung hierdurch bisweilen vorkommender Unglücksfälle am Leben von Personen und an Verlusten von Betriebsvermögen, höchst wichtige Gegenstand der Mühe und der Kosten eines schneller verlaufenden Versuches werth, wo am zweckmäßigsten 2 Achsen aus vollkommen gleichem Material, von gleicher Dicke an den Enden, aber die Eine in der Mitte etwa 1½ Zoll dicker und die Andere eben so viel dünner als an den Enden, um die Unterschiede desto deutlicher wahrzunehmen.

D. Red.

*) Die Umstände, welche Eisenwerke gegenwärtig in der Ausführung geschmiedeter Eisenbahnwagenachsen finden wollen, ist, im Gegenhalte der Ergebnisse früherer Perioden, in der Geschichte der Eisenproduktion merkwürdig, und es verdient bezüglich dessen bemerkt zu werden, daß an der Budweis-er Eisenbahn, deren Betriebsbeginn in den Anfang des dritten Decenniums unsers Jahrhunderts fiel, nur geschmiedete Achsen verwendet werden

sich doch endlich die Werke entschlossen, Musterachsen zur Ausführung von Versuchen einzusenden. Auch hatte die Kaiser Ferdinands-Nordbahn zur Vornahme von Versuchen 2 Stück von den aus Seraing in Belgien bezogenen und Schulte & Schemann in Hamburg eine in

Kirkstall-Forge bei Leeds in England erzeugte Achse unentgeltlich überlassen.

Die zur Vornahme von Proben vorhandenen Achsen und ihr Dimensionen waren folgende:

Nr.	Namen des Gewerkes.	Länge zwischen den Zapfen.	Der Zapfen		Durchmesser		Gewicht Pfund.	Eisengattung und Art der Erzeugung.
			Länge.	Durchm.	im Kopfen.	i. d. Mitte.		
1, 2	Mayr in Leoben	5' 5" 10"	7½"	3"	4" 6"	3" 7½"	252	nicht bekannt gegeben.
3, 4	K. k. Eisenwerk in Neuberg	"	"	"	"	3" 3¼"	243	Hammerseisen.
5, 6	dto.	"	"	"	"	3" 4"	—	Buddlingseisen.
7, 8	Rosthorn & Diemann in Prevali in Kärnten	"	"	"	4" 4½"	3" 5½"	250	Buddlingseisen, gewalzt in der Mitte und an den Zapfenenden überschmiedet.
9, 10	Seraing	"	6½"	"	4" 5"	3" 3"	253	Bündelachsen.
11, 12	Heinrich in Wien, Werk unbek.	"	7½"	"	"	3" 7"	255	Mitte und Zapfen überschmiedet.
13	dto.	"	"	"	4" 3"	3" 5"	—	dto.
14	Kirkstall-Forge	"	6½"	"	3" 11"	3" 4"	188	nicht bekannt gegeben.

Die Versuche, deren Resultate am Schlusse tabellarisch zusammengestellt sind, wurden in drei verschiedenen Richtungen vorgenommen.

1. Untersuchung über allfällige grobe Fehler, in der Fabrication, in ungarem oder unganzen Eisen, zu sprödem Gefüge etc. bestehend, wodurch die Achse in Vorhinein als unbrauchbar erscheinen würde. Diese Probe geschah durch den Fall der Achsen von einer Höhe von 36 Fuß, wobei stets die Achse mit der Mitte ihrer Länge auf eine schmale Unterlage auffiel.

Durch diese Probe wurden sogleich die von Heinrich eingesendeten Achsen Nr. 11 und 13 als gänzlich unbrauchbar ausgeschieden.

Bei der Achse von Seraing zeigte sich, daß die von dem Etablissement versuchte Erzeugung des Kernes aus sehnigem und des äußeren Ringes aus Stahleisen der unvollkommenen Schweißung dieser verschiedenen gearteten Eisensorten wegen nicht entspricht. Es dürfte jedoch gelingen, diesen Mangelstand in der Folge zu beseitigen, und auf diese Weise ganz brauchbare Achsen zu erzeugen.

Die Achsen von Neuberg zeigten ein gutes Material, die unganzen oder nicht gehörig geschweißten Theile im Innern ließen aber auf den Mangel an schweren Hämmern oder kräftigern Walzwerken schließen *).

Da von Kirkstall nur eine Achse vorhanden war, so konnte sie dieser ersten Probe nicht unterzogen werden.

Konnten, da das Anfrägen gewalzter Achsen sicher nur mit Lachen erwidert worden wäre. Diese Achsen waren der Länge nach mit allen Verstärkungen und Ansätzen ausgeschmiedet, welche die fertige Achse zur Verwendung geeignet erhalten sollte, so, daß beim Abbrechen nur die feinen Ausgleichungen notwendig wurden, was allerdings den Vortheil hatte, von der äußeren und bekanntlich festesten Eisenschichte nicht viel zu verlieren; während man jetzt von den Werken nur glatte Cylinder verlangt. Eine Ausnahme machen die Achsen für das gewöhnliche Straßensuhrwerk, die noch immer und nach viel schwierigeren Formen, doch von bedeutend geringerer Dicke ausgeschmiedet werden.

D. Red.

*) Hier verdient die besondere Geschicklichkeit, der Fleiß und nicht minder die Fachkenntniß des hiesigen Hammer Schmiedemeisters Franz X. Hartmann rühmliche Erwähnung, der im Besitze eines Hammers von 5½ Centner Gewicht, Betriebswellen, wie sie z. B. für Dampf schiffe notwendig sind, von

Die Achse von Prevali bewährte sich als die gleichförmigste im Materiale, ihr zunächst stand jene von Mayr.

2. Probe in Bezug der Textur und Qualität des Eisens durch Vornahme einer successiven Biegung bis zum Bruche, mittelst Einwirkung eines aus verschiedenen Höhen herabfallenden Hammers.

Bei dieser Probe bewährte sich die Achse von Prevali vor allen andern, indem diese allein unter dem Fallwerke nicht gebrochen werden konnte, und bei dem Statt gehabten Bruche unter dem Dampfhammer eine sehr feine, sehnige, silberfarbige Textur zeigte, welche für die ausgezeichnete Qualität des Eisens spricht.

Die Achse von Kirkstall und jene von Mayr zeigten einen zwar gleichen aber mehr kurzen Bruch. Die von Neuberg gelieferte Achse von Buddling-Eisen zeigte zwar ein gutes Material, trug jedoch, jener aus Hammerseisen gleich, Spuren einer unvollkommenen Fabrication in Folge des Mangels genügend kräftiger Werkzeuge.

3. Untersuchung der Dichte und Festigkeit der Zapfen, als wesentliche Bedingung für die Brauchbarkeit der Achsen, durch Abschlagen derselben, nachdem sie auf die Abmessungen der neuen Bestimmung abgedreht waren.

Bei dieser Probe stellte sich der Vortheil der ausgeschmiedeten Zapfen auffallend heraus, denn obgleich das Eisen der Achse von Prevali unbestritten das sehnigste und gleichförmigste ist, und bei der zweiten Probe gegen das Abbrechen den meisten Widerstand leistete, so kam derselben bei dieser dritten Probe doch die Achse von Kirkstall bis auf wenige Schläge gleich, und die Achsen von Neuberg und von Mayr zeigten sich sogar gegen das Abschlagen noch widerstandsfähiger.

Bei einer von Mayr gelieferten Achse jedoch, wurde Einer der Zapfen schon mit wenigen Schlägen abgebrochen, ein Beweis, daß keine

7 bis 10 Zoll Dicke und bis 40 Centner im Gewichte mit ausgezeichneter Vollkommenheit zur vollsten Zufriedenheit der Besteller ausschmiedet. Es ist zu bedauern, daß gegenwärtig die Hauptstadt Oesterreichs, wo Unterstand und Lohn sehr hoch sind, der Brennstoff aber in einem fabelhaften Preise steht, der viel Brennstoff erfordernde Erzeugnisse sehr verteuert.

D. Red.

gleichförmige Fabrikation und gehörige Verarbeitung des Materiales statt fand.

Der Grund der minderen Festigkeit bei den Prevali'schen Achsen liegt ohne Zweifel darin, daß die Zapfen der anderen Achsen vollkommen ausgeschmiedet waren, während die Enden der Achse von Prevali nur wenig überschmiedet wurden.

Welchen großen Einfluß aber das entsprechende, mit der nöthigen Vorsicht vorgenommene Ausschmieden der Achsenenden auf die größere Dichte und Widerstandsfähigkeit der Zapfen ausübt, wird auch aus einem in Seraing im Beisein des k. k. Ingenieurs W. Bender vorgenommenen Versuche ersichtlich. Es wurde nämlich im Etablissement John Cockerill eine Achse ausgewalzt, und an Einem ihrer Enden der Zapfen abgedreht, während das andere Ende früher ausgeschmiedet und sodann der Zapfen auf dasselbe Profil abgedreht wurde; beide Zapfen wurden hierauf durch Schläge mit 26 Pfund schweren Hämmern abgeschlagen; ersterer erhielt 200 Schläge nach einer Richtung und brach beim 30sten Gegenschlage ab, letzterer erhielt 200 Schläge nach einer, dann 200 Schläge nach der entgegengesetzten Richtung und konnte erst nach einem $\frac{1}{4}$ " tiefen Einhauen durch weitere 18 Gegenschläge mit einem circa 40 Pfund schweren Hammer abgebrochen werden.

Diese mit verschiedenen Achsen vorgenommenen Versuche haben demnach dargethan, daß die inländischen Fabriken, mit Ausnahme des Werkes Prevali, noch nicht in der Lage sich befinden, Achsen zu erzeugen, welche Stück für Stück in ihrer ganzen Länge ein so zähes, gleichförmiges und dichtes Eisen besitzen, als es für eine gute Achse erforderlich ist, obgleich nicht zu bezweifeln ist, daß bei der ausgezeichneten Qualität des steierischen Eisens Werke, wie z. B. Neuberg, durch Einführung von entsprechenderen Walzwerken und schweren Dampfhammern dahin gelangen werden, ebenfalls ein ausgezeichnetes Produkt zu liefern. Das Werk Prevali hat aber in der Achsenfabrikation vor allen andern einen großen Vorsprung gewonnen, und es muß anerkannt werden, daß dessen geschmiedete Probeachsen den besten ausländischen gleichkommen und dieselben bei Anwendung von Dampfhammern, in Rücksicht des ausgezeichneten Materiales, selbst übertreffen dürften.

Resultate

der mit den oben angegebenen verschiedenen Eisenbahn-Wagenachsen am Wien-Völgguifer Eisenbahnhohe vorgenommenen Proben.

I. Probe.

Die Achsen wurden von einer Höhe von 36 Fuß auf eine in die Mitte der Achse treffende Unterlage (eine gußeiserne Walze) frei fallen gelassen, und die dadurch entstandene Biegung der Achse gemessen.

Nr. der Achse.	Größte Biegung auf die ganze Länge der Achse.	Anmerkung.
1. Mayer	3"—1"	Die ganze Achse rein geblieben.
3. Neuberg Hammereisen	4"—4 $\frac{1}{2}$ "	Vor dem Falle waren an dem Zapfen spiralförmige Windungen sichtbar, nach dem Falle zeigten sich in der Mitte der Achse zwei scharfe Risse nach der Richtung dieser Windungen.
5. Neuberg aus Puddlingeisen	4"—9"	In der Mitte der Achse zeigten sich 3 Querrisse neben einander.
7. Prevali	3"—10"	Die ganze Achse rein geblieben.
9. Seraing	3"—5"	Da die Achse nur 6'—6" lang ist, so ist die Biegung für 7'—6" beiläufig 3"—11". Ein Zapfen zeigte sich angerissen.
11. Heinrich	—	Die Achse brach in der Mitte, der Bruch zeigte ein ungesundes blättriges Gefüge mit vielen Schlacken und sichtlich hat nur ein $\frac{3}{4}$ " starker Ring gehalten.
12. dto.	3"—10"	Die Achse ist angebrochen.
13. dto.	—	Die Achse brach, ein Zapfen ist abgesprungen, der Bruch wie von Wismuth mit dunklen Theilungsflächen, in der Mitte der Achse zeigte sich eine Höhlung.

Die gebogenen Achsen wurden nun umgekehrt, auf 4'—3" von einander absteigende Unterlagen aufgelegt, und durch das Herabfallen eines 13 Ctr. 10 Pfd. schweren Hoyer's, wie in nachstehender Tabelle ersichtlich ist, gerade gerichtet.

Nr. der Achse.	Fallhöhe des Hoyer's.	Gebliene Biegung nach der früheren Richtung gemessen.	Anmerkung.
1. Mayer	3'—6"	3"	Die Risse in der Mitte erweiterten sich auf nahezu 9" Länge.
3. Neuberg	5'—0"	nahezu gerade	
5. Neuberg	4'—0"	gerad gebogen	Die Risse haben sich geschlossen.
7. Prevali.	4'—0"	"	
9. Seraing	5'—0"	"	
12. Heinrich	5'—0"	"	

Diese gerade gerichteten Achsen wurden neuerdings von einer Höhe von 36 Fuß auf eine Auflage in der Mitte frei herab fallen gelassen.

Nr. der Achse.	Biegung.	Anmerkung.
1. Mayer	3"—1"	Ein Zapfen hat sich schief nach der Längsrichtung auf $1\frac{1}{2}$ " etwas geöffnet.
3. Neuberg	—	Die Achse ist in der Mitte kurz abgebrochen, der Bruch ist mit einigen Theilflächen, doch rein feinförnig und stahlartig.
5. Neuberg	4"—6 $\frac{1}{2}$ "	Die Achse fiel genau umgekehrt zur ersten Lage, keine Risse sichtbar.
7. Prevali	3"—8"	Die Achse blieb rein.
9. Seraing	3"—2"	Der erste schon angerissene Zapfen öffnete sich weiter, der zweite wurde ebenfalls angerissen.
12. Heinrich	—	Gebrochen, das Gefüge gleichförmiger als Nr. 11 jedoch noch unrein, viel Schlacken und sehr grobförnig.

Die so gebogenen Achsen wurden neuerlich auf zwei Punkte aufgelegt, mittelst des Hoyer's gerade gerichtet, und auf die entgegengesetzte Seite bis zum Bruche gebogen.

Nr. der Achse.	Fallhöhe des Hoyer's.	Biegung.	Anmerkung.
1. Mayer	5'—0" 6'—0" 12'—0"	gerad gerichtet 3"—7" —	Die Achse gut. Es zeigte sich ein $1\frac{1}{2}$ " langer Riß. Die Achse brach kurz ab, der Bruch war fein, kristallinisch, mitunter grobförnig, das Gefüge nicht durchaus rein.
5. Neuberg	4'—0" 6'—0"	gerad gerichtet —	Die Achse brach kurz ab, die Bruchfläche zeigte eine sehr feine, reine, stahlartige Textur, in welcher ein kleiner Theil fehnig erschien.
7. Prevali	4'—0" 6'—0" 12'— 18'— 24'—	gerade 5"—4" 13"—9" 22"—9" —	Die Achse brach, die Bruchfläche zeigte einige Theilflächen, aber ein gleichförmiges Gefüge.
9. Seraing	5'—0" 6'—0" 12'—0"	gerade 4"—3" —	Die Achse brach kurz ab, die Bruchfläche zeigte ein vom Umfange nach innen immer gröberes und lockeres doch gleichförmiges Gefüge.

II. Probe.

Die noch keiner Probe unterzogenen Achsen wurden über zwei 4'—3" entfernte Unterlagen aufgelegt und durch einen wiederholt auffallenden Hoyer von 13 Ctr. 10 Pfd. nach derselben Richtung fortwährend ge-

bogen. Vom neunten Schläge angefangen war die Berührungsfläche des Hoyer's mit den Achsen circa 4" lang.

Nr. der Achse.	Zahl des Schläges.	Fallhöhe des Hoyer's.	Biegung.	Anmerkung.
2. Mayer	1	3'-0"	2'— 3"	
	2	dto.	4 — 1	
	3	dto.	5 — 11	
	4	dto.	7 — 4	
	5	dto.	8 — 6	
	6	dto.	9 — 8	
	7	dto.	9 — 9	
	8	2'-0"	11 — 6	
	9	dto.	12 — 1	
	10	dto.	12 — 10	
	11	dto.	13 — 6	
	12	dto.	14 — 3	
	13	dto.	14 — 11	
	14	dto.	15 — 6	
	15	dto.	16 — 0	
	16	dto.	16 — 7	
	17	dto.	17 — 2	
	18	dto.	17 — 8	
	19	dto.	18 — 2	
	20	dto.	18 — 9	
	21	6'-0"	21 — 4	
	22	dto.	23 — 11	Die Achse blieb rein, darauf wurde die Achse nach der Peripherie 3"-1" lang und 2½" tief eingehauen und neuerdings den Schlägen des Hoyer's ausgesetzt.
4. Neuberg	23	2'-0"	24 — 1	
	24	4'-0"	—	Gebrochen, der Bruch war schön, zum Theile sehnig, an einer kleinen Stelle roh.
6. Neuberg	1	3'-0"	—	Die Achse brach, der Bruch zeigte einen Kern und eine schraubenförmig gewundene nicht geschweißte Stelle, kaum ⅓ des Querschnittes hat gehalten.
	2	dto.	3 — 2	Längensrisse wurden sichtbar.
	3	dto.	5 — 9	Die Risse öffneten sich mehr.
	4	dto.	8 — 1½	Auch zwei Querrisse wurden sichtbar.
8. Prevali	1	3'-0"	2 — 6	Abgebrochen, ein schöner, reiner, aber kurzfasriger Bruch.
	2	dto.	4 — 9	
	3	dto.	6 — 6	
	4	dto.	7 — 8	
	5	dto.	9 — 3	
	6	dto.	10 — 4	
	7	dto.	11 — 5	
	8	2'-0"	12 — 3	
	9	dto.	13 — 0	
	10	dto.	13 — 10	
	11	dto.	14 — 8	
	12	dto.	15 — 5	
	13	dto.	16 — 4	
	14	dto.	17 — 1	
	15	dto.	17 — 9	
	16	dto.	18 — 2	
	17	dto.	19 — 2	
	18	dto.	19 — 9	
	19	dto.	20 — 4	
	20	dto.	21 — 2	
	21	6'-0"	24 — 1	
	22	dto.	27 — 0	Die Achse blieb rein, darauf wurde dieselbe 3"-1" lang und 2½" tief eingehauen und neuerdings den Schlägen des Hoyer's ausgesetzt.
23	2'-0"	27 — 5		
	4'-0"	28 — 3		Es zeigte sich ein feiner Querriss.

Nr. der Achse.	Zahl des Schläges.	Fallhöhe des Hoyer's.	Biegung.	Anmerkung.
8. Prevali	25	2'-1"	28" — 5"	
	26	dto.	28 — 8	
	27	dto.	29 — 2	
	28	dto.	29 — 4	
	29	4'-0"	30 — ½	
	30	dto.	30 — 6	
	31	dto.	30 — 10	Der Riß erweiterte sich zwar, aber kaum merklich. Nachdem trotz eines weiteren Einhauens die Achse nicht zum Abbrechen zu bringen war, wurde sie bis auf einen 2" starken viereckigen Kern ausgemeißelt und unter dem Dampfhammer abgebrochen. Das Gefüge war sehr fein, langfaserig und rein.
10. Seraing	1	3'-0"	2 — 2	
	2	dto.	—	Gebrochen, der Bruch zeigte einen Kern von ⅓ von sehnigten Eisen, der äußere Ring ein körniges Gefüge und war mit dem Kerne nicht geschweißt.
14. Kirkstall	1	3'-0"	2 — 4½	
	2	dto.	4 — 7½	
	3	dto.	6 — 8	
	4	dto.	8 — 5½	
	5	dto.	9 — 11½	
	6	dto.	11 — 5	
	7	dto.	12 — 0	
	8	2'-0"	13 — 4½	
	9	dto.	14 — 1½	
	10	dto.	14 — 10	
	11	dto.	15 — 1½	
	12	dto.	15 — 10½	
	13	dto.	16 — 6	
	14	dto.	17 — 0	
	15	dto.	17 — 5½	
	16	dto.	18 — 0	
	17	dto.	19 — ½	
	18	dto.	19 — 4½	
	19	6'-0"	22 — 6	
	20	dto.	24 — 6	Die Achse blieb rein, darauf wurde sie 3"-1" lang und 2½" tief eingehauen u. neuerdings den Schlägen des Hoyer's ausgesetzt.
21	2'-0"	24 — 9½		
	4'-0"	25 — 11		In der eingehauenen Stelle zeigte sich ein Bruch.
	23	2'-0"	—	Die Achse brach, die Bruchfläche zeigte ein gleichförmiges etwas grobkörniges Gefüge.

III. P r o b e.

Die Achsenenden wurden auf dem Ambose aufgelegt und die Zapfen, welche zu diesem Ende alle auf ein gleiches Normalprofil 7½" lang 3" dick abgedreht wurden, mit 28 Pfd. schweren Hämmern erst nach der einen (Nr. 1) und dann nach der andern Richtung (Nr. 2) geschlagen.

Nr. der Achse.	Anzahl der Schläge.	Biegung.	Richtung der Schläge.	Anmerkung.
1. Mayer	100	—	1	An der Seite des Zapfens zeigte sich ein kleiner Fehler.
	100	13½"	1	Der kleine Seitenriß hat sich etwas geöffnet.
	200	+ 8"	2	Der Zapfen zeigte keinen Fehler.
	200	— 5"	2	Es zeigte sich ein kleiner Riß.
	100	—	1	Es zeigte sich ein kleiner Riß.
	100	+ 8"	1	Der Riß wurde etwas größer.

Nr. der Achse.	Anzahl der Schläge.	Biegung.	Richtung der Schläge.	Anmerkung.
1. Mayer	400	+ 6'''	2	Der Zapfen wurde nur auf 2'' Dike abgedreht u. neuerdings geschlagen; beim 40. Hammerschlage nach der ersten Richtung brach er ab.
3. Neuberg	100	5'''	1	Zapfen rein.
	100	10½'''	1	
	100	0	2	
	100	—	2	Der Zapfen blieb rein. Nachdem der Zapfen auf 2'' Dike abgedreht wurde, brach derselbe nach 27 Hammerschlägen.
	200	— 1'''	2	
	200	+ 6'''	1	
5. Neuberg	100	3½'''	1	Der Zapfen wurde nahezu gerade gebogen.
	100	7½'''	1	
	200	—	2	
	200	—	2	Bleib noch fest und gerade.
	200	+ 5	1	Nach der anderen Richtung gebogen. Der Zapfen wurde darnach auf 2'' abgedreht und neuerdings geschlagen.
	50	—	1	Der Zapfen wurde dabei angebrochen und bei 30 kleinen Hammerschlägen nach der andern Richtung brach er ab.
	50	+ 14'''	1	
	50	—	1	
	100	3'''	1	Am Zapfen zeigte sich ein feiner Riß.
	50	—	1	
	50	7'''	1	
7. Brevati	100	—	2	Beinahe gerade.
	100	—	2	Ganz gerade gebogen.
	200	3½'''	1	Beinahe gerade gebogen.
	200	—	2	
	200	3½'''	1	
	50	—	1	Der Zapfen war auf 3 Zoll abgedreht.
	12	—	2	Der Zapfen ist abgebrochen, der Bruch rein u. gleichförmig.
10. Seraing	100	4'''	1	Am Zapfen zeigte sich ein Bruch.
	100	—	1	Der Bruch öffnete sich auf 10''.
	18	—	2	Abgebrochen.
11. Heinrich	100	10'''	1	
	100	16½'''	1	
	200	+ 5'''	2	
	200	+ 4½'''	2	Der Zapfen auf 2'' abgedreht.
	200	9'''	1	
	50	5'''	1	
13. dto.	1	—	2	Abgebrochen.
	9	—	2	Abgebrochen, schlechtes Eisen.
14. Kirckstall	100	3½'''	1	
	100	8'''	1	
	200	+ ½'''	2	
	200	3'''	1	Der Zapfen auf 2'' abgedreht, es zeigte sich ein kleiner Bruch.
	200	½'''	2	
	50	4''—3'''	1	
	4	—	2	Abgebrochen, der Bruch rein, theilweise etwas kurz.

Bemerkung der Redaktion.

Diese vorstehende Mittheilung über die Untersuchung verschiedener Eisengattungen in den Eisenbahnwagenachsen gibt uns zunächst Veranlassung, der Uebernahme solcher Achsen für die Verwendung zu gedenken, welche stets von der mit einigen Stücken der Lieferung vorgenommenen Fallprobe abhängig gemacht werden, um aus dem Umstande, ob dabei ein starkes Biegen oder Brechen der Achsen Statt findet,

oder ob die angedrehten Achsenlagerzapfen abspringen, auf die Verlässlichkeit und Brauchbarkeit für die Anwendung der übrigen nicht probirt zu schließen. Mit dieser gewöhnlichen Art der Vornahme der Probe für die Uebernahme und zum Behufe der verlässlichen Verwendung der Achsen konnten wir uns nie einverstanden erklären, denn welchen Vortheil hat eine Probe, wenn sie die Vorzüglichkeit einer Achse für die Verwendung darthut, nachdem sie durch die Untersuchung auf diese Eigenschaft unbrauchbar geworden ist? wie soll aus einigen Stücken vom Hundert, die diese Probe glänzend bestanden haben, ein beruhigender sicherer Schluß auf die gleiche gute Beschaffenheit der weit überwiegenden Mehrzahl der Nichtprobirten gerechtfertigt werden können?

Es ist wahr, es gibt Achsenbrüche während der Fahrt, die außer einer größern oder kleinern Verzögerung in der Beförderung des Zuges ohne alle üble Folgen vorkommen, aber dafür sind dergleichen Achsenbrüche weit häufiger mit größern unglücklichen Vorfällen, mit bedauerlichen schweren körperlichen Verletzungen, selbst mit Verlust an Leben der Reisenden und des Dienstpersonales, und nebstdem mit bedeutenden Verlusten an dem Vermögen der Betriebsunternehmung gepaart. Wer kann also durch die oben genannten Proben versichert sein, daß unter den hundert nicht probirten Achsen nicht einige gefährliche für den Betrieb vorhanden sind, die man bei der Auswahl von 3 oder 4 Stück für die Probe nicht gerade erkappte; und wenn im Gegentheile wenige Stücke die Probe unglücklicher Weise nicht bestanden, warum sollen auch die übrigen, vielleicht noch so vortreflichen Achsen als schlechte betrachtet werden? Wer soll unter solchen Bedingungen sich für billige Lieferungen bestimmen lassen? Die Billigkeit für die Lieferung und die Abhaltung von Unglücksfällen in dem Betriebe sind bei einer dergleichen Probe der Achsen gegen die beste Absicht nur Werke des Zufalles.

Wir haben eben die Rücksichten genannt, aus welchen es sowohl nach dem positiven als moralischen Gesetze und nach ökonomischen Rücksichten für eine Betriebsunternehmung Pflicht wird, Unglücksfällen mit allen Mitteln möglichst vorzubeugen. Zu diesen Mitteln zählen wir auch den Grundsatz: keine Wagenachse zur Verwendung zu bringen, bevor sie nicht auf ihre Verlässlichkeit probirt ist.

Da die probirte Achse verwendet werden soll, so kann die Fallprobe nicht angewendet werden, weil sie den der Probe unterworfenen Körper entweder zerstört oder doch bis zur Unverwendbarkeit beschädigt. Die Wissenschaft gibt uns auch andere Mittel an, wie die Probe mit völliger Schonung der Verwendbarkeit vorgenommen werden kann. Wir haben in dem Jahre 1848, als es sich um die Uebernahme einer Lieferung von 570 Stück solcher Achsen handelte, die Prüfung auf dem angegebenen Wege vorgenommen, indem durch über der Mitte der Achse nach und nach aufgebracht und eben so wieder abgenommene Belastung ihr Verhalten in Bezug auf Stärke, Biegung und vollkommene Elastizität mit Hilfe eines zur Wahrnehmung der kleinsten Einsenkungen tiefen angebrachten Fühlhebels erhoben und unter sich verglichen wurde.

Nachdem zugleich jede einzelne Achse vorerst durch aufmerksame Besichtigung untersucht wurde und in Folge dessen jene Achsen, an welchen bedenkliche Merkmale sich zeigten, zurückgewiesen waren, ergaben sich nach der Probe noch 9 Stück bedenkliche Achsen, welche sodann weiteres der Fallprobe unterworfen und der Untersuchung auf die Beschaffenheit des Eisens unterzogen wurden.

Dieser Vorgang hat den Vortheil, in jedem Falle nur die schwächsten Achsen aus der Lieferung der Fallprobe zu unterwerfen — gewiß zu sein, wenn diese bei der Fallprobe sich in Bezug auf Güte des Materials bewähren, nur verlässliche Achsen zur Verwendung zu bringen — keine unnöthigen Zerstörungen zu veranlassen — und den Lieferanten auf eine billige und überzeugende Weise behandelt zu haben.

Wir glauben nach unserer Ueberzeugung, diesen Vorgang, ungeachtet einiger Mehrauslagen, dringend empfehlen zu können, und um so begründeter, als bei wichtigen Bauwerken, wie z. B. bei dem Baue der Kettenbrücken kein Eisenbestandtheil in den Bau zur Anwendung kommt, bevor er nicht auf seine Tragfähigkeit einer strengen Prüfung unterzogen wurde. Die verlangte Sicherheit ist in beiden Fällen gleich. Da übrigens hier die Prüfungen nur in der Absicht der Ueberzeugung verlässlicher Beschaffenheit und nicht für wissenschaftliche Forschungen vorgenommen werden, so sind sie immer nicht so zeitraubend, als man glauben sollte.

E. Schmidl.